

УДК 621.396.62

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЛУЧАЙНОГО ШУМА НА СТЕПЕНЬ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПО АЛГОРИТМУ JPEG

д.т.н., проф. А.И. Стрелков, к.т.н. В.И. Барсов, А.В. Воронин

Предложены критерии оценки алгоритмов сжатия изображений на предмет устойчивости к помехам случайного характера. Рассмотрена возможность создания оптимизированного алгоритма, устойчивого к воздействию помех.

Постановка проблемы. Общеизвестно, что сигнал, зашумленный случайной помехой, можно отфильтровать при помощи оптимального фильтра, основанного на принципе накопления сигнала. Задавшись целью оценить влияние алгоритмов сжатия без потерь нет необходимости оценивать возможность дальнейшей фильтрации изображения. В этом случае достоверность восстановления сигнала будет одинаковой как до сжатия, так и после (статистика изображения не меняется, так как нет потерь). В случае оценки сжатия зашумленного изображения алгоритмами с потерями необходимо учитывать, как влияет изменение статистики изображения на дальнейшую фильтрацию.

Таким образом, для исследования влияние алгоритмов сжатия без потерь, необходимо взять стандартное изображение без сжатия, наложить на него случайную помеху с заданной амплитудой (в качестве помехи используем случайно-распределенный по нормальному закону сигнал – «белый шум»). После чего попробовать сжать изображение различными алгоритмами. А далее нужно оценить размер файлов изображения до сжатия и после.

Что же касается исследования алгоритмов сжатия с потерями, здесь алгоритм оценки будет несколько сложнее, ведь необходимо еще оценить влияние потерь на статистику изображения. Для этого необходимо оценить изменение отношения сигнал/шум в результате сжатия.

Анализ литературы. Рассмотрим, как оценивают в литературе алгоритмы компрессии графики. Дело в том, что алгоритмы ориентированы на какой-то свой класс изображений, с которым они работают эффективнее всего. Для алгоритма JPEG это изображения с плавным изменением цветов [1, 5], т.е. фотографии и т.п. Но, как не странно, наверное, за счет своей универсальности [2], алгоритм очень эффективен и с дру-

гими классами изображений. Но все это в изображениях, в которых имеются плавные переходы цвета, области одинакового цвета и т.д. [2]. Что же касается сжатия изображения с помехой случайного характера, то данный вопрос не рассматривался, ведь интуитивно понятно, что результаты сжатия должны быть намного хуже. Изменения статистики изображения после сжатия (т.н. шум компрессии) в JPEG сжатии незначительны [3]. Но все дело в том, даже незначительное изменение статистики очень сильно влияет на восстановление оригинального изображения при помощи оптимального фильтра. Поэтому очень актуальными на данный момент являются исследования, направленные на оценку влияния сжатия на статистику изображения.

Целью работы является построить модель для оценки сжатия зашумленных изображений по алгоритму JPEG

Основная часть. В данной статье предложена модель для оценки сжатия зашумленных изображений по алгоритму JPEG. Сжатие в JPEG происходит за счет дискретизации исходного изображения. Области практически не отличающиеся по цвету заменяются одним цветом.

Программа для компрессии и декомпрессии написана на языке C++ и скомпилирована одним из модулей Mathcad. В качестве помехи использовался массив, элементы которого сформированы случайной функцией, распределенной по нормальному закону. Обработка файлов изображения проведена стандартными функциями Mathcad (наложение помехи, получение опорной выборки для оптимального фильтра, фильтрация изображения).

Оценка сжатия производилась по двум параметрам: степени компрессии и отношению сигнал/шум соответственно для сжатого и несжатого изображения. Степень компрессии изображения при сжатии Lossless JPEG для исходного изображения без помехи сравнивалась с степенью компрессии изображения с различным значением отношения сигнал/шум. Влияние случайной помехи можно оценить из графика на рис. 1.

Исследования показали, что при значительном уровне помехи файл изображения при сжатии без потерь (lossless JPEG) не только не сжимается, но и увеличивается в размерах.

При исследовании случая, когда файл изображения сжимается в фиксированное число раз (опыт проводился при сжатии в 5 раз):

- при отношении сигнал/шум -7 дБ после сжатия изображение ухудшается незначительно (порядка $0,5$ дБ прирост);
- при отношении сигнал/шум 5 дБ изображение значительно ухудшается после сжатия (на 2 дБ).

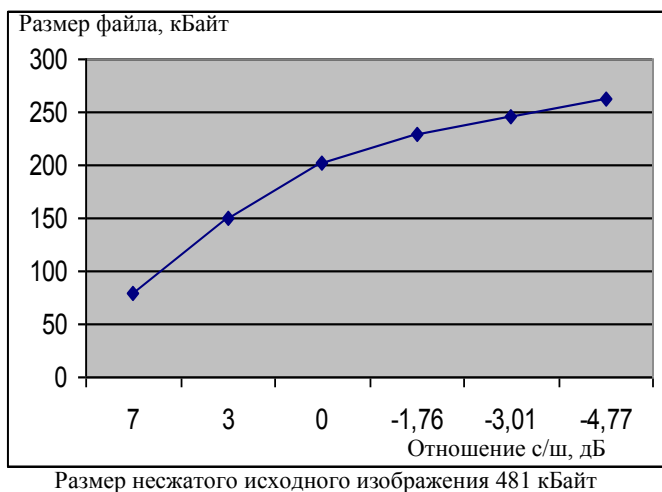


Рис. 1. Зависимость степени сжатия от отношения сигнал/шум



Рис. 2. Исходное изображение

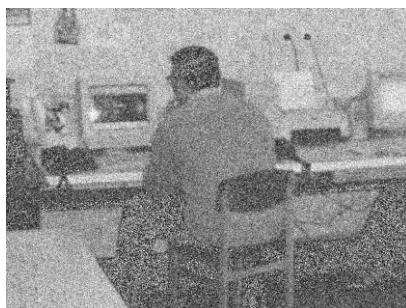


Рис. 3. Исходное изображение с нормальной помехой



Рис. 4. Сжатое исходное изображение



Рис. 5. Сжатое изображение с помехой

Руководствуясь полученными результатами можно отметить, что наибольший интерес представляют исследования по предложенной схеме алгоритмов сжатия с потерями в виду того, что коэффициент сжатия в таких алгоритмах можно задавать самому.

Выводы. В результате исследований выяснено, что действительно, чем изображение более зашумлено, тем хуже оно сжимается. Также проверена правильность утверждения в том, что изменения статистики изображения после сжатия (т.н. шум компрессии) в JPEG сжатии незначительны.

Разработанная модель позволит: оценить влияние случайной помехи на качество изображения после сжатия по алгоритму; разработать модель для оценки работы других алгоритмов; выявить наиболее устойчивый к воздействию случайных помех алгоритм.

Перспективы дальнейших исследований. Проведение исследований алгоритмов сжатия изображений на предмет устойчивости к помехам и возможности восстановления (фильтрации) исходного изображения после декомпрессии очень актуально для разработки новых требований к алгоритмам сжатия, учитывающим изменение статистики изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.
2. Умняшкин С.В., Космач М.В. Оптимизация кодирования цифровых изображений по методу JPEG // Сб. трудов МГУ. – 1999. – 37. – С. 47 – 50.
3. Lossless image compression using adaptive predictor combination, symbol mapping and context filtering Guang Deng, Hua Ye.// Department of Electronic Engineering, La Trobe University, Bundoora. – P. 48 – 53.
4. Franti P., Nevalainen O. A Two-Stage Modeling Method for Compressing Binary Images by Arithmetic Coding // The Computer Journal. – 1993. – 36. – P. 615 – 622.
5. Memon N., Wu X. Recent Developments in Context-Based Predictive Techniques for Lossless Image Compression // The Computer Journal. – 1997. – Vol. 40. – No. 2/3. – P. 323 – 342.

Поступила 30.11.2004

СТРЕЛКОВ Александр Иванович, доктор техн. наук, проф., начальник кафедры ХУ ВС. В 1965 году окончил Военную инженерную радиотехническую академию ПВО. Область научных интересов – квантовая электроника, прикладная оптика, оптико-электронные средства обработки оптических сигналов.

БАРСОВ Валерий Игоревич, канд. техн. наук, зав. кафедрой систем управления автоматики УИПА. В 1979 году окончил Харьковское ВВКУ им. Крылова. Область научных интересов – системы связи и управления.

ВОРОНИН Александр Владимирович, аспирант кафедры АРЭ УИПА. В 2002 году окончил УИПА. Область научных интересов – цифровая обработка информации.